

Matti Muilu

## **Ilmapalkin kääntömekanismi**

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Matti Muilu

Työn nimi: Ilmapalkin kääntömekanismi

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä:

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Metso Power Oy:n Lapuan tehtaalle. Aiheena on ilmapalkin kääntämisen vaihtoehtojen tutkiminen jauhekaarihitsauksen yhteyteen sekä työ- ja koneturvallisuuden selvittäminen.

Vaihtoehtoja kääntömekanismille tässä työssä on kolme, joiden ominaisuuksia on tutkittu ja vertailtu toisiinsa. Kääntölaite tulisi olla huomattavasti yksinkertaisempi, nopeampi ja työturvallisempi vanhaan menetelmään verrattuna.

Työssä tutkittiin myös tarkemmin työ- ja koneturvallisuutta kehittäessä uutta konetta tuotantoon.

Lopputuloksena päädyttiin laitetoimittajan vaihtoehtoon, koska se täytti parhaiten vaadittavat ominaisuudet kolmesta vaihtoehdosta ilmapalkin kääntämiseksi.

Asiasanat: työturvallisuus, mekanismit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Matti Muilu

Title of the thesis: Turning mechanism of the airbeam

Tutor: Jukka Pajula

Year: 2010

Number of pages: 32

Number of appendices:

---

This thesis was made to Metso Power Oy the Lapua factory. The theme is to investigate the turning mechanism of the airbeam to be joined by the Submerged Arc Welding and its labor and machine safety detection.

There are three options of the turning mechanism in this work whose properties have been studied and compared. The turning device should be much simpler, faster and safer at work compared the old method.

The work and machine safety in developing a new device to the production was also studied in more detail

The result was to end up to the option of the vendor because it met best the characteristics compared to the other options to turn the airbeam.

Keywords: work safety, mechanisms

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### SISÄLLYS

### KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

### KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>9</b>
1.1 Yritysesittely .....	9
1.2 HYBEX-kerrosleijukattila .....	10
<b>2 ILMAPALKIN VALMISTUSVAIHEET .....</b>	<b>13</b>
2.1 Metalliraepuhallus .....	13
2.2 Jauhekaarihitsaus .....	13
2.3 Primäärisuuttimien hitsaus suutinputkiin .....	14
2.4 Suutinputkien hitsaus ilmapalkkiin .....	14
2.5 Ilmapalkin kokoonpano .....	15
2.6 Jauhekaarihitsaustraktori .....	15
2.7 Kattilan pohjan kokoonpano .....	16
<b>3 TYÖ- JA KONETURVALLISUUS .....</b>	<b>17</b>
3.1 Hankittavan koneen ominaisuuksien määrittäminen .....	17
3.2 Omaan käyttöön tehtävät koneet .....	17
3.3 Mekaaninen lujuus .....	18
3.4 Vaadittava vakaus .....	18
3.5 Hallintalaitteet .....	18
3.6 Hätöpysäytin .....	19
3.7 Merkinnät .....	20
<b>4 ILMAPALKIN KÄÄNTÄMINEN NYKYISELLÄ MENETELMÄLLÄ</b>	<b>21</b>
<b>5 UUSI MENETELMÄ ILMAPALKIN KÄÄNTÄMISEKSI .....</b>	<b>22</b>
5.1 Kääntömekanismi hydraulisesti .....	22
5.2 Kääntökehä .....	25

5.3 Pema-vastapöytä .....	27
<b>6 KÄÄNTÖMEKANISMIIEN VERTAILU .....</b>	<b>29</b>
6.1 Vertailutaulukko .....	29
6.2 Tulokset .....	30
<b>7 YHTEENVETO.....</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>32</b>

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

<b>Ilmapalkki</b>	HYBEX-voimakattilan pohjan elementti.
<b>HYBEX -voimakattila</b>	Metso Power Oy:n valmistama voimakattila.
<b>Primäärisuuttimet</b>	Ilmapalkissa sijaitsevat suuttimet, joiden kautta ilma johdetaan.

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. HYBEX-kattilantulipesä. (Metso Power yhtiöesittely 2010.) .....	11
KUVIO 2. Ilmapalkkeja. ....	12
KUVIO 3. Kansi- ja pohjaelementti. ....	14
KUVIO 4. Sivuelementti.....	14
KUVIO 5. Jauhekaarihitsaustraktori. ....	16
KUVIO 6. Palkki oikealla kyljellä. ....	24
KUVIO 7. Palkki pystyssä. ....	24
KUVIO 8. Palkki vasemmalla kyljellä. ....	25
KUVIO 9. Kääntökehä. (Jucat Oy 2010.).....	26
KUVIO 10. Kääntökehä kiinni. (Jucat Oy 2010.) .....	26
KUVIO 11. Kääntökehä auki. (Jucat Oy 2010.) .....	27
KUVIO 12. Pema vastapöytä. (Pema 2010.) .....	28
 TAULUKKO 1. Vertailutaulukko. ....	 30

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Metso Power Oy:n Lapuan tehtaalle, jossa valmistetaan vuodessa useita HYBEX-voimakattilan pohjaelementtejä. Pohjaelementit ovat kuuluvuin voimakattilan osa, koska sen lämpötilat ovat korkeat ja leijupedissä oleva hiekka kuluttaa pohjan osia. Pohja on vaihdettavissa oleva varaosa, jolloin voimakattilan käyttöikä voidaan kasvattaa vaihtamalla ainoastaan kattilan pohja. Pohjaelementtien pituus vaihtelee kolmesta metristä kolmeentoista metriin kattilalaitoksen koon mukaan, jolloin ilmapalkkien tuotanto ei ole jatkuvasti samanlaista.

Työn tarkoituksena on tutkia erilaisia menetelmiä ja mahdollisuuksia ilmapalkin kääntämiseksi tuotannossa tapahtuvan jauhekaarihitsauksen yhteyteen. Ilmapalkin kääntäminen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja helppo menetelmä, jolloin kappaleen käsittelyn työaika ja työkustannukset vähenisivät. Myös työturvallisuus paranisi kääntämisessä. Kääntömekanismi vapauttaisi nostureita muuhun käyttöön nykyisestä menetelmästä. Nykyinen menetelmä on hidas ja työläs ja palkin kääntämisen yhteydessä on havaittu puutteita työturvallisuudessa, jolloin sen kääntämiseksi on suunniteltava uusi menetelmä.

## 1.1 Yritysesittely

Metso Power Oy kuuluu kansainväliseen Metso-konserniin, joka työllistää noin 28 000 työntekijää yli 50 maassa. Metson liikevaihto vuonna 2008 oli 6,4 miljardia euroa. Metso toimii maanrakennus-, kaivos-, voimantuotanto-, öljy- & kaasu-, kiertäys- sekä massa- ja paperiteollisuuden aloilla. Konserni on jaettu kolmeen liiketoiminta-alueeseen, jotka sisältävät edellä mainitut teollisuudenalat. Liiketoiminta-alueisiin kuuluu Kaivos- ja maanrakennusteknologia, Energia- ja ympäristöteknologia ja Paperi- ja kuituteknologia. (Metso Power yhtiöesittely 2009.)



Nykyisessä organisaatorakenteessa Metso Power kuuluu Energia- ja ympäristö-tekniologia liiketoiminta-alueeseen, johon kuuluvat myös Recycling- ja Automation-liiketoimintalinjat. Yhdessä nämä kolme liiketoimintalinjaa vastaavat Metson voimantuotannon, automaation, metallien kierrätysratkaisujen sekä elinkaaren kattavien palveluiden tuottamisesta. (Metso Power yhtiöesittely, 2009.)

Metso Power Oy vastaa Metso-konsernin kattilaliiketoiminnasta toimittaen kattilalaitoksia sellu- ja paperiteollisuudelle sekä voimantuottajille. Metso Power on yksi maailman johtavista ympäristöystävällisten poltto- ja talteenottoratkaisujen toimittajista, jonka tuotteita ovat sooda- ja voimakattilat, haihduttimet, ympäristöjärjestelmät sekä Service-palvelut. Kattilalaitokset voidaan jakaa kolmeen kattilatyypin: HYBEX-kerrosleijukattiloihin, CYMIC-kiertoleijukattiloihin ja RECOX-soodakattiloihin. Metso Power työllistää noin 1800 henkeä, joista puolet työskentelee Suomessa. Yrityksen muut päätoimipaikat sijaitsevat Ruotsissa, Yhdysvalloissa ja Brasiliassa. Metso Powerin päämarkkina-alueet ovat Eurooppa, Skandinavia, Etelä-Amerikka sekä Kaakkois-Aasia. (Metso Power yhtiöesittely 2009.)

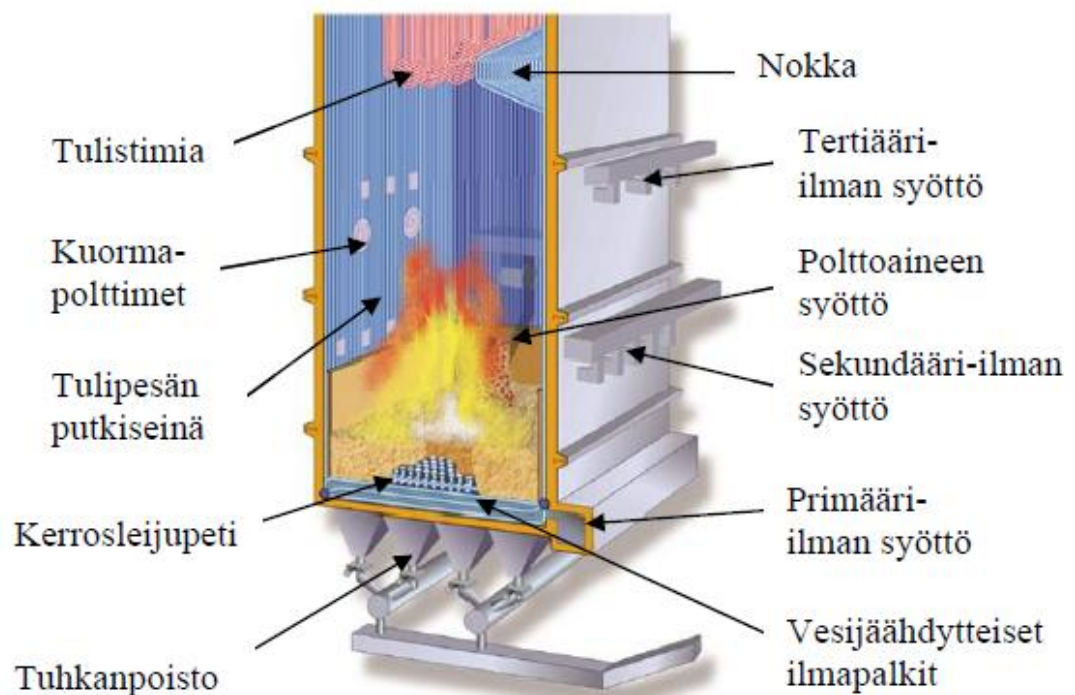
## **1.2 HYBEX-kerrosleijukattila**

HYBEX on tuotenimi Metso Power Oy:n kerrosleijuteknologiaan perustuvalle voimakattilalle eli BFB-kattilalle (Bubbling Fluidized Bed). Kerrosleijukattilaa käytetään voimantuotannossa ja se on suunniteltu polttoaineille, joilla on korkea tuhkapitoisuus, vaihtelevat palamisarvot ja kosteus. Polttoaineina voidaan käyttää erilaisia biopolttoaineita kuten sahanpurua, hakkuujätettä, kuorta, turvetta ja lientä. Kerrosleijuteknologia mahdollistaa myös eri polttoaineiden rinnakkaispolton. (Metso Power yhtiöesittely 2009.)

Monipuolisuus polttoaineiden suhteen on tehnyt HYBEX-kattilasta toimivan tuotteen nykyisille markkinoille, joilla polttoaineen hinnan ja saatavuuden takia muutostakykyisyys voi olla ainoa tae jatkuvan tuotannon ylläpitämiseksi. Kattilan hyötysuhde riippuu poltettavasta polttoaineesta, mutta on tyypillisesti 90 %:n luokkaa. Polttoaineen palaminen saavutetaan kerrosleijukattiloissa yli 99 %:n tehokkuudella ja siinä syntyvän kuivan savukaasun happipitoisuus on alle 4 %. Lämpöteholtaan

ne ovat 10–300 MW ja Metso Power on muutokattilakohteet mukaan lukien toimittanut niitä yli 160 kappaletta maailmanlaajuisesti. (Metso Power yhtiöesittely 2009.)

Kerrosleijuteknologia perustuu Metson kehittämään vesipalkkiarinaan, jossa tulipesään puhalletaan ilmaa vesijäähdytteisistä ilmapalkeissa olevien primääri-ilmasuuttimien kautta. Ilma saa tulipesän pohjalla olevan hiekkapediksi kutsutun vajaan metrin hiekkakerroksen leijumaan. Pienimmät polttoainepartikkelit palavat jo hiekkapedin yläpuolella, kun taas jäännöshiili ja suuremmat polttoainepartikkelit sen sisällä. Tuhka ja palamaton aines putoavat tulipesän alapuolisiin tuhkasuppiloihin ilmapalkkien välisistä arina-aukoista, joiden pinta-ala tulipesän lattiasta on noin 30 %. Tuhkasuppiloista tuhka ja palamaton aines siirretään kokoojakuljettimilla tuhkasäiliöihin odottamaan kuljetusta pois laitokselta. Edellä mainitut toiminnalliset osat esitetty kuviossa 1. (Metso Power yhtiöesittely 2009.)



KUVIO 1. HYBEX-kattilantulipesä. (Metso Power yhtiöesittely 2010.)

**Pohjan ilmapalkki.** HYBEX-kerrosleijukattilan pohja koostuu ilmapalkeista, joissa ilma kulkee primäärisuuttimien kautta leijupetiin pitäen sitä leijunnassa. Palkkien jäähdytys tapahtuu jäähdytysputkilla, jotka toimivat levyjen kanssa palkin runkona.

Kuviosta 2 voidaan havaita ilmapalkkeja välivarastossa ennen pohjan kokoonpanoa. Ilmapalkkien päihin liitetään kammiot, jotka johdattavat jäähdytysvettä palkkeihin. Kammiot ovat paksuseinästä putkea, johon liitetään myös kattilan seinän alkuosa.



KUVIO 2. Ilmapalkkeja.

## **2 ILMAPALKIN VALMISTUSVAIHEET**

### **2.1 Metalliraepuhallus**

Ilmapalkkien tarvittavat putket varastoidaan pihaolosuhteissa, jolloin ne ruostuvat ja keräävät epäpuhtauksia. Putkien puhdistamiseksi hitsausta varten Metsolla on Röslerin metalliraepuhalluskone, jossa käytetään puhallusaineena metallirae- tai metallikuulajauhetta. Puhalluksen yhteydessä putkeen merkitään projektinumero sekä putken sulatusnumero, jolloin tiedot kulkevat putkissa tuotannon lävitse materiaalitarkastuksien vuoksi. Putkien puhalluksen jälkeen ne niputetaan projektin ja putken koon mukaan, josta ne noudetaan seuraavaan tuotantovaiheeseen siltanostureiden avulla.

### **2.2 Jauhekaarihitsaus**

Putket ja levyosat liitetään jauhekaarihitsauksella. Levyosat valmistetaan leikkaamalla, sillä se on nopea ja mittatarkka menetelmä. Tuotantovaihe suoritetaan jauhekaari ”pöytäkoneella”, jossa putket ja levyosat ovat liikkuvan pöydän päällä ja se kulkee hitsauspisteen lävitse. Jauhekaarihitsikoneen pöydässä on muuteltavat asetukset putken ja levyn mitoille ja ne ovat muokattavissa tuotannon aikana.

Ilmapalkki koostuu kolmesta osaelementistä. Kansi- ja pohjaelementtien leikkauskuvat ovat kuviossa 3, jotka eroavat toisistaan sillä, että kannessa on reikiä tulevia suutinputkia varten. Leveysmitat ovat niissä samat, mutta pituus vaihtelee. Kuviossa 4 voidaan havaita sivuelementin leikkauskuva.



KUVIO 3. Kansi- ja pohjaelementti.



KUVIO 4. Sivuelementti.

### 2.3 Primäärisuuttimien hitsaus suutinputkiin

Ilmapalkin suutinputket ovat suoria ja käyrän mallisia. Suuttimien liittämisiksi suutinputkiin Metsolla on itse kehitelty hitsausasema, jolla suuttimet hitsataan putkiin. Suutinputki asetetaan koneeseen, jossa se puristetaan ilmanpaineen avulla suutinta vasten ja puristuksen jälkeen se hitsataan Mag-hitsausprosessilla kappaleen pyöriessä. Pyörityslaitteena toimii PEMA ahma 250 -pyörittäjä. Suutinputket ja suuttimet hankitaan alihankintana. Tämä työvaihe voidaan suorittaa samanaikaisesti edellisten työvaiheiden kanssa, koska se ei ole riippuvainen muista ilmapalkkien valmistuksen työvaiheista.

### 2.4 Suutinputkien hitsaus ilmapalkkiin

Tätä työvaihetta on kehitetty viimeaikoina paremmaksi, koska vanha menetelmä on hidas sekä laadullisesti vajavainen. Vanhassa menetelmässä suutinputket silloitetaan ennen varsinaista hitsausta. Hitsausmenetelmänä on puikkohitsaus.

Kehitteillä oleva hitsausjigi nopeuttaisi ja helpottaisi suutinputkien asennusta ja hitsausta ilmapalkin kansilevyyn, koska silloitusvaihe jäisi pois. Uudessa jigissä hitsaus tapahtuisi orbitaalihitsauksella, jolla saataisiin tasalaatuisia ja roiskeettomia hitsisaumoja.

## **2.5 Ilmapalkin kokoonpano**

Ilmapalkin kokoonpano tapahtuu sille tarkoitetussa jigissä, jossa palkin osat liitetään toisiinsa silloittamalla. Elementit ovat esitettynä aikaisemmin tässä työssä kohdassa jauhekaarihitsaus. Silloitukset on oltava tukevasti hitsattu, koska osaelementit ovat vääntyneet lämmön vuoksi jauhekaarihitsauksen aikana. Mikäli silloitukset pettävät, niin se vaikeuttaa seuraavaa työvaihetta.

## **2.6 Jauhekaarihitsaustraktori**

Metsolle on itse paranneltu Esab A2 -jauhekaarihitsaustraktori eli mönkijä, jolla voidaan hitsata putki/levysaumoja. Kone nostetaan nosturin avulla hitsattavan kappaleen päälle ja tehdään aloitus säädöt. Mönkijä kulkee metallisten rullien päällä ja sen toisen puolen rullat ohjaavat konetta putken päällä sen suuntaisesti, jolloin hitsisauma saadaan säädetyksi oikeaan paikkaan. Kuviossa 5 operaattori tarkkailee hitsausprosessia ja tekee tarvittavat säädöt prosessin aikana. Liitosvirheistä johtuen sauma ei välttämättä ole samalla korkeudella koko prosessin ajan. Opinnäytetyön aihe liittyy tähän tuotantovaiheeseen helpottamaan palkin kääntämistä toiselta kyljeltä toiselle.



KUVIO 5. Jauhekaarihitsaustraktori.

## 2.7 Kattilan pohjan kokoonpano

Kattilan pohja koostuu ilmapalkeista sekä niiden päihin tulevista kammioista. Kammiot ovat paksuseinämäistä putkea, josta jäähdytysvesi johdetaan ilmapalkeille. Kammiosta alkaa ylöspäin kattilan seinäosuus, joka vaihdetaan samanaikaisesti pohjan kanssa. Pohjan kokoonpano tapahtuu korotettujen konepajapukkien päällä. Tämä tuotantovaihe on työläin, koska hitsattavia kohtia on runsaasti ja saumat hitsataan pääasiassa yläpienana vaakaputkiin.

### **3 TYÖ- JA KONETURVALLISUUS**

Ilmapalkin uudessa kääntömenetelmässä on otettava huomioon myös kone- ja työturvallisuus, koska se on tärkeässä osassa kehitettäessä uutta konetta. Kääntömekanismin kolmesta vaihtoehdosta kaksi on uusia laitteita, joissa tulee ottaa erityisesti koneturvallisuus huomioon.

#### **3.1 Hankittavan koneen ominaisuuksien määrittäminen**

Kun konetta ollaan hankkimassa, määritettäviä ja päätettäviä asioita ovat ainakin seuraavat

- mitä koneen on tehtävä – kapasiteetti ja muut ominaisuudet
- miten konetta käytetään (jatkuvasti tai jaksoittain, päivisin tai ympärivuorokautisesti)
- automaatioaste, kuinka paljon koneeseen tarvitaan automaatio-ohjausta
- mitkä ovat ihmisen ja mitkä koneen tehtävät
- käsiajon, turvalaitteiden väliaikaisen ohittamisen tai passivoinnin tarpeet
- käyttö- ja ympäristöolosuhteet
- turvallisuuden peruslähtökohdat. (Siirilä 2002, 43–44.)

#### **3.2 Omaan käyttöön tehtävät koneet**

Kun kone tehdään omaan käyttöön, yritys on yhtä aikaa koneen tilaaja ja toimittaja. Noudatettaviksi tulevat siten yhtä aikaa valmistajaa koskevat konedirektiivin (valtioneuvoston koneturvallisuuspäätöksen) ja työnantajaa koskevan käyttöpäätöksen vaatimukset. Usein itselleen konetta valmistava yritys ei tee konetta itse kokonaan, vaan kone tai konelinja hankitaan useilta eri alihankkijoilta. (Siirilä 2002, 45–46.)



### **3.3 Mekaaninen lujuus**

Koneiden, nostoapuvälineiden ja irrotettavien komponenttien on kestävä niihin käytön aikana kohdistuvat kuormitukset ja mahdollisesti myös, kun niitä ei käytetä, valmistajan ilmoittamissa asennus- ja käyttöolosuhteissa ja asiaankuuluvissa kokoonpanoissa. Tämän vaatimuksen on täyttyvä myös kuljetuksen, kokoonpanon ja purkamisen aikana. (SFS 1997,174.)

Kone ja nostoapuvälineet on suunniteltava ja rakennettava siten, että ottaen huomioon niiden käyttötarkoitus estetään väsymisen tai kulumisen aiheuttama vaurio. Käytetyt materiaalit on valittava käyttöympäristön mukaan ottaen erityisesti huomioon korroosio, kuluminen, iskut, kylmähauraus ja vanheneminen. (SFS 1997,174.)

### **3.4 Vaadittava vakaus**

Koneen ja niiden osat on suunniteltava vakaiksi eli toisin sanoen sellaisiksi, etteivät ne kaadu eivätkä voi tarkoittamatta liikkua tärinän, tuulenpaineen, iskun tai muiden ennakoitavissa olevien ulkoisten voimien tai sisäisten dynaamisten voimien (hitsausvoimat, sähködynaamiset voimat) vaikutuksesta. (SFS 1997,123.)

Jos tätä suositusta ei voi noudattaa asianmukaisen suunnittelun avulla esimerkiksi painon oikealla jakamisella, vakavuus on saatava aikaan erityisillä turvallisuustoimenpiteillä. Esimerkiksi koneenosien liikkeitä voidaan rajoittaa tai kone täytyy varustaa merkinantolaitteilla tai hälyttimillä, jotka varoittavat, jos vakavuus on vaarassa, tai lukituksilla, jotka estävät kaatumisen, tai kone voidaan ankkuroida luotettavasti perustaan. (SFS 1997,123.)

### **3.5 Hallintalaitteet**

Hallintajärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se on turvallinen ja luotettava vaaratilanteen estämiseksi. Ennen kaikkea hallintajärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se kestää tavanomaisen käytön ja ulkoisten

tekijöiden vaikutukset, sekä siten, että virheelliset refleksit eivät johda vaaratilanteisiin. (SFS 1997,128.)

Hallintalaitteiden on oltava

- selvästi nähtävissä ja tunnistettavissa sekä tarvittaessa tarkoituksenmukaisesti merkityt
- siten sijoitetut, että niitä voi käyttää turvallisesti, nopeasti ja yksikäsitteisesti
- siten suunnitellut, että hallintalaitteen liike vastaa sen vaikutusta
- vaaravyöhykkeiden ulkopuolella, lukuun ottamatta tarpeen vaatimia tiettyjä hallintalaitteita, kuten hätäpysäytintä, robotin opetuksessa käytettävää ohjauspaneelia tai muuta vastaavaa laitetta
- sijoitettuna sellaisiin paikkoihin, jossa niiden käyttö ei aiheuta lisää vaaraa
- siten suunniteltu tai suojatut, ettei tarkoitettua vaikutusta, jos siihen liittyy vaara, pääse syntymään ilman tarkoituksellista hallintatoimenpidettä
- valmistettu kestäämään ennakoidut kuormitukset, erityistä huomiota on kiinnitettävä hätäpysäyttimiin, jotka voivat joutua huomattavaan kuormitukseen.

Hallintalaitteiden on oltava siten järjestetyt, että niiden sijoittelu, liikkeet ja käyttövastus sopivat yhteen suoritettavan toiminnan kanssa ottaen huomioon ergonomiset periaatteet. Välttämättömät tai ennakoitavissa oleva henkilösuojaimien käytöstä johtuvat rajoitukset on otettava huomioon. (SFS 1997,130.)

Käyttäjän on pääkäyttöpaikalta pystyttävä varmistumaan, että vaaravyöhykkeellä ei ole alttiina olevia henkilöjä. (SFS 1997,130.)

### **3.6 Hätäpysäytin**

Jokaisessa koneessa on oltava yksi tai useampia hätäpysäyttimiä, joiden avulla vaara tai vaaran uhka voidaan torjua. Tästä voidaan poiketa, jos hätäpysäytin ei

vähentäisi vaaran uhkaa joko siitä syystä, että se ei lyhentäisi pysäytysaikaa, tai se ei tekisi mahdolliseksi niitä toimenpiteitä, joita riskin hallitsemiseksi tarvitaan. Pysäytintä ei myöskään tarvita käsin kannateltavissa ja ohjattavissa koneissa. (SFS 1997,132.)

Hätäpysäyttimen on oltava varustettu selvästi tunnistettavalla ja hyvin näkyvällä hallintalaitteella, joka on helposti havaittavissa, sekä pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti aiheuttamatta uusia vaaratekijöitä. Sen on tarvittaessa käynnistettävä tai sallittava tiettyjen turvatoimintojen käynnistyminen. (SFS 1997,132.)

### **3.7 Merkinnät**

Jokaisessa koneessa on oltava helposti luettavalla ja pysyvällä tavalla tehdyt merkinnät, joista ilmenevät seuraavat vähimmäistiedot

- valmistajan nimi ja osoite
- CE-merkintä
- sarja- tai tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- valmistusvuosi.

Koneessa on oltava myös kaikki sen tyyppiä ja turvallista käyttöä koskevat olennaiset tiedot (esimerkiksi tiettyjen pyörivien osien enimmäisnopeus, koneeseen kiinnitettävien työkalujen enimmäishalkaisija ja massa).

Jos koneen osaa täytyy käsitellä käytön aikana nostolaitteilla, sen massa on merkittävä helposti luettavalla, pysyvällä ja yksiselitteisellä tavalla. (SFS 1997,150.)

## **4 ILMAPALKIN KÄÄNTÄMINEN NYKYISELLÄ MENETELMÄLLÄ**

Palkin kokoonpanohitsauksen yhteydessä ilmapalkki käännetään toiselle kyljelleen hitsauksen vuoksi. Kääntö tapahtuu siltanosturin ja nostoapuvälineiden avulla. Nostoapuvälineet laitetaan palkin päähän putkien sisään ja nostetaan siltanosturilla pystyasentoon. Nostoapuvälineet siirretään palkin toisen kyljen päällimäisiin putkiin ja nostetaan siten, että toinen alakulma on kiinni konepajapukeissa ja samalla siirretään siltanosturia sivulle päin ja lasketaan nosturia.

Tämä menetelmä vaatii kääntäjältä erittäin vankkaa kokemusta ja varovaisuutta, ettei työtaturmia tapahtuisi. Kääntämisen aikana on mahdollista, että ilmapalkin alapuolelle voi päästä henkilö tai palkki voi tehdä kääntämisen aikana ennakoimattomia liikkeitä. Siltanostureiden kohdalla on ongelmana niiden laaja käyttö tehtaalla eli kääntämisen alussa ajankohtainen nosturi voi olla eri työtehtävässä, jolloin sitä täytyy jossain tapauksessa odottaa.

## 5 UUSI MENETELMÄ ILMAPALKIN KÄÄNTÄMISEKSI

Uudessa menetelmässä tulisi kumota nykyisen menetelmän vajavaisuudet ja siten saavuttaa tuotantoajan lyheneminen. Myös työturvallisuus tulisi ottaa huomioon, ettei vaaratilanteita syntyisi.

Työssä etsittiin ja tutustuttiin erilaisiin menetelmiin ja punnittiin niiden käyttökelpoisuutta ja päädyttiin kolmen menetelmän tutkimiseen tässä työssä. Vaihtoehtoja on hyvä olla useita, että voidaan vertailla niiden ominaisuuksia juuri tähän tarkoitukseen.

### 5.1 Kääntömekanismi hydraulisesti

Viime vuosikymmeninä hydraulikkajärjestelmien käyttö on yleistynyt niiden perusominaisuuksien vuoksi. Myös paineenkesto, luotettavuus ja säädettävyys ovat kehittyneet voimakkaasti. (Airila ym. 1997, 691.)

Hydraulikkajärjestelmässä on kyse aina energia siirrosta nesteen avulla ja se voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen. Mekaaninen energia muutetaan hydrauliseksi pumpussa, josta se johdetaan putkiston välityksellä toimilaitteelle. Toimilaite muuttaa hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi. (Airila ym. 1997, 691.)

Hydraulikkajärjestelmien edut ovat

- suurten voimien ja momenttien tuottaminen ja hallinta
- tehoon nähden pienikokoiset ja keveät komponentit
- ylikuormituksen eston helppo järjestäminen
- tarkat liikkeet öljyn vähäisen kokoonpuristuvuuden vuoksi
- elektronisten ohjausten ja tietokoneen käytön niiden yhteydessä sähköhydraulisilla komponenteilla
- liikkeellelähdöt ja pysäytykset terävinä tai tietyn nopeusprofiilin mukaisina pehmeinä liiketilan muutoksina
- yksinkertainen ja edullinen järjestelmä. (Airila ym. 1997, 692.)

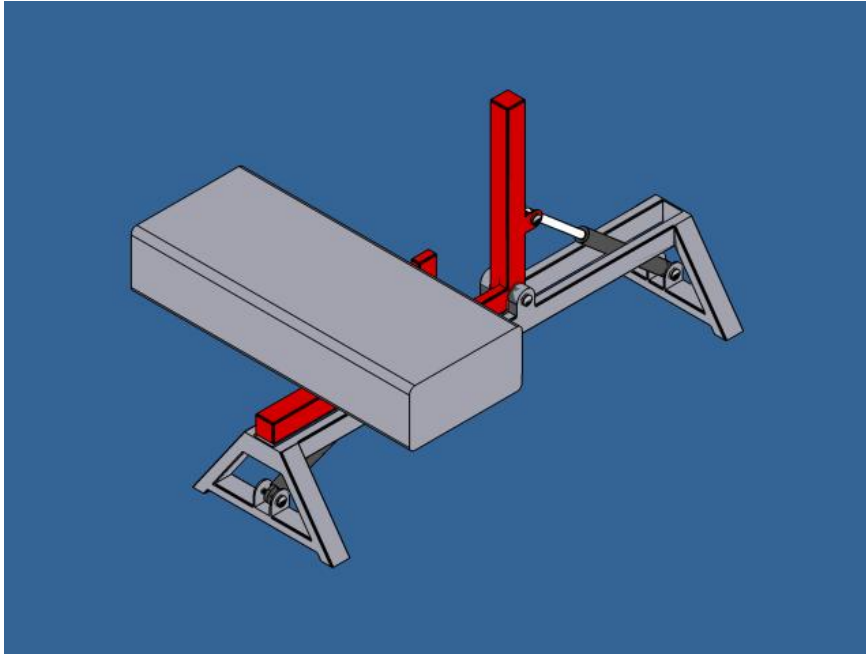
Hydraulijärjestelmien haitalliset ominaisuudet ovat

- riittävä huolto vuotojen ennaltaehkäisyssä
- öljyvuodot, jotka ovat sekä ympäristöriski että korkean paineen aiheuttamana nestesuihku voi olla leikkaava
- hydraulikkakoneikkojen melu
- öljyn puhtaudesta huolehtiminen
- putkistoissa syntyvät painehäviöt, jotka rajoittavat hydraulisen tehonsiirron muutamiin kymmeniin metreihin
- vajavainen työturvallisuus. (Airila ym. 1997, 692.)

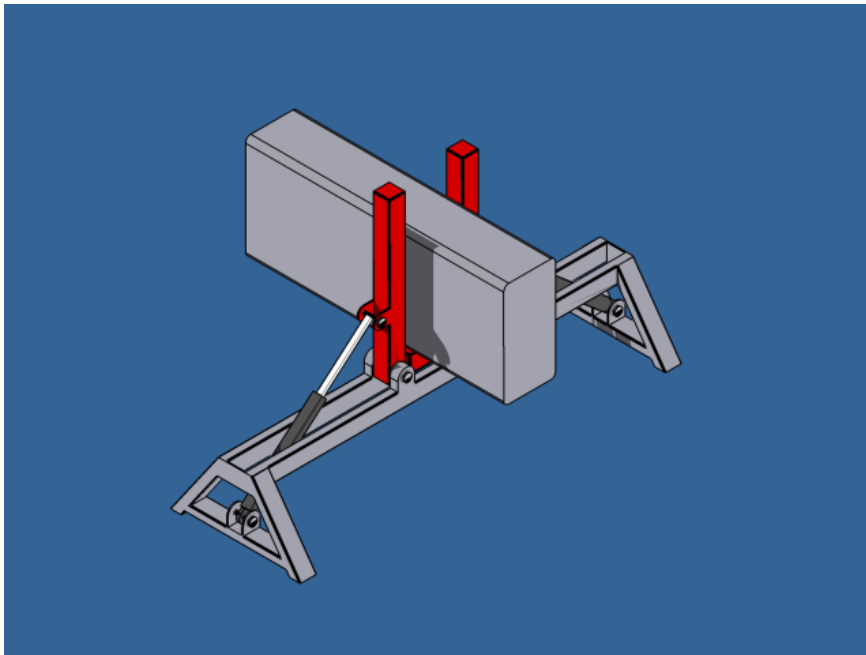
Metson tehtaalla käännetään putkipaneeleja hydraulisesti rullapöydällä jauhekaarihitsauksen yhteydessä. Se on ollut toimiva apuväline sen yksinkertaisuuden ja kestävyysvuoksi. Tätä menetelmää tulisi kuitenkin hieman muuttaa ilmapalkin kääntämiseen lisäämällä kääntöelementtiin tarvittava alavaste. Työssä suunniteltiin juuri näistä syistä kääntömekanismi hydraulisesti.

Palkin hitsausta varten työkorkeus tulisi olla noin 700 mm, jolloin hydraulikkapöydän rungon korkeus ei olisi kovin korkea. Hydraulikkasyylinterit pitäisi kiinnittää mahdollisimman lähelle lattiapintaa, jolloin korkeus olisi mahdollisimman matala.

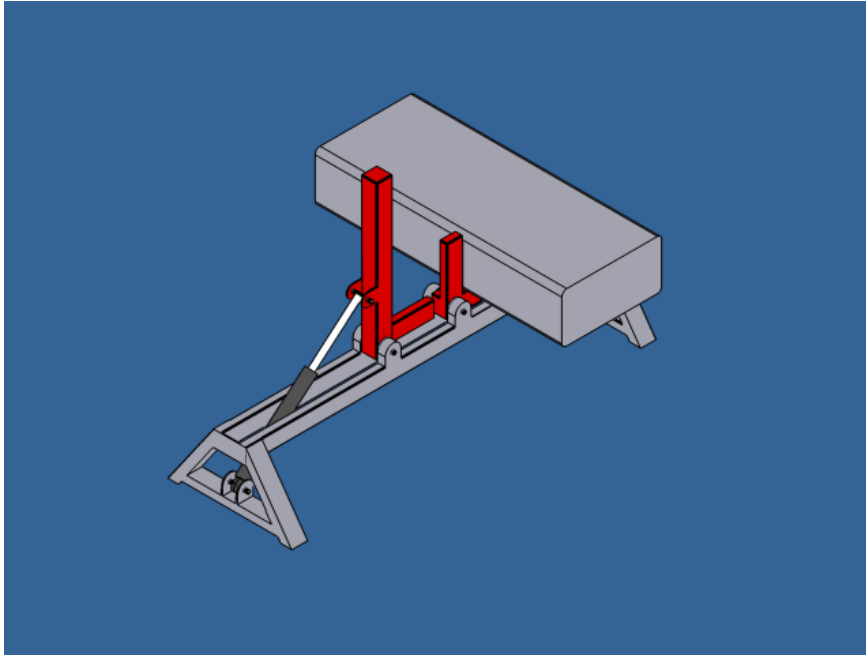
Kääntäminen tapahtuisi siten, että palkki hitsataan toiselta kyljeltään ensin (KUVIO 6). Hitsauksen päätyttyä palkki nostetaan pystyyn, jossa toinen kääntöelementti on valmiina vastaanottamassa palkkia (KUVIO 7), jonka avulla palkki käännetään vasemmalle kyljelle hitsauksen vuoksi (KUVIO 8). Kuvioissa palkki on yksinkertaistettua ja se on osakuva koko palkista. Kääntömekanismeja tarvitaan kaksi kappaletta kääntämiseen, koska palkit voivat olla jopa 13 metriä pitkiä.



KUVIO 6. Palkki oikealla kyljellä.



KUVIO 7. Palkki pystyssä.



KUVIO 8. Palkki vasemmalla kyljellä.

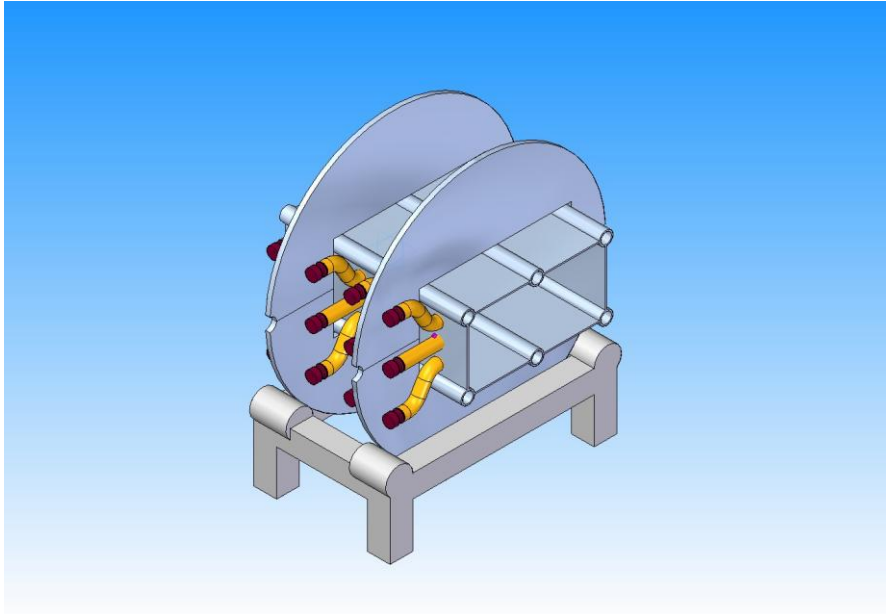
## 5.2 Kääntökehä

Lapualaisella laitetoimittajayrityksellä olisi ratkaisu kääntämiseen rullaston avulla. Ilmapalkki sijoitettaisiin ympyrän muotoisen kehikon sisään, joka on rullaston päällä. Kääntäminen suoritetaan käsin tai hydraulikkamoottorilla. Kääntökehää tulisi kuitenkin muokata ilmapalkin tapauksessa, koska palkin painopiste ei ole keskellä palkkia suuttimien vuoksi ja hitsauksen takia kehikkoa pitäisi muokata keskeltä avautuvaksi.

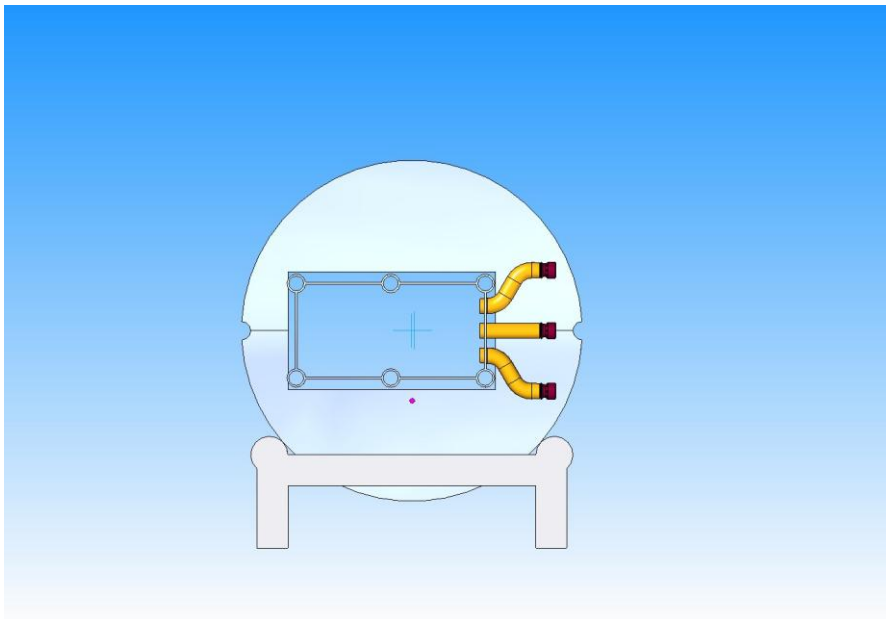
Kääntökehän pyörittäminen tapahtuu käsivoimin tai hydraulikkamoottorin avulla. Jarrut toimivat kääntökehän ja jarrusatulan välisestä kitkasta. Kääntökehät voidaan lukita hitsauksen ajaksi niille tarkoitetuilla lukoilla, jotka sijaitsevat niiden ja rullaston rungon välissä.

Kuvioista 9–10 voidaan havaita kääntökehän luonnokset.

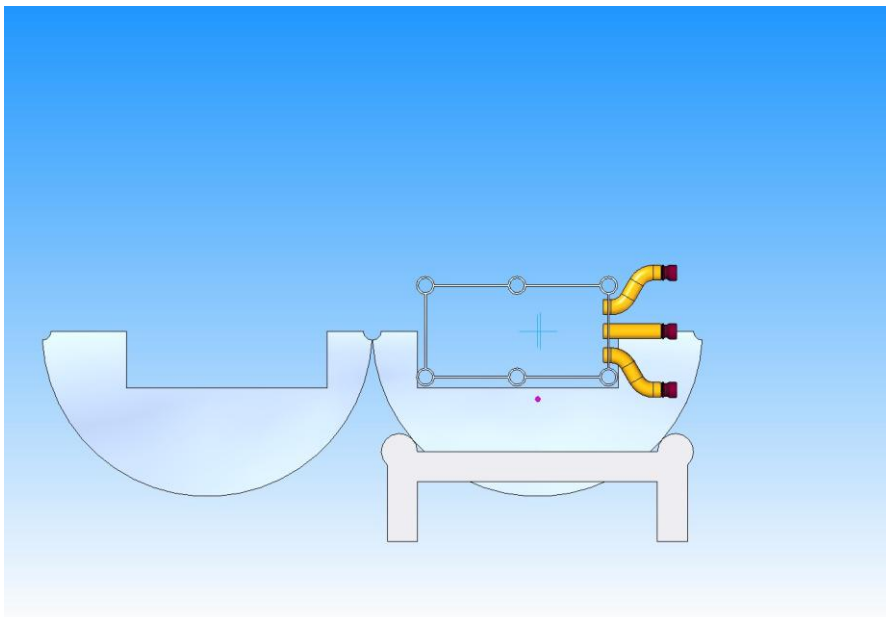




KUVIO 9. Kääntökehä. (Jucat Oy 2010.)



KUVIO 10. Kääntökehä kiinni. (Jucat Oy 2010.)

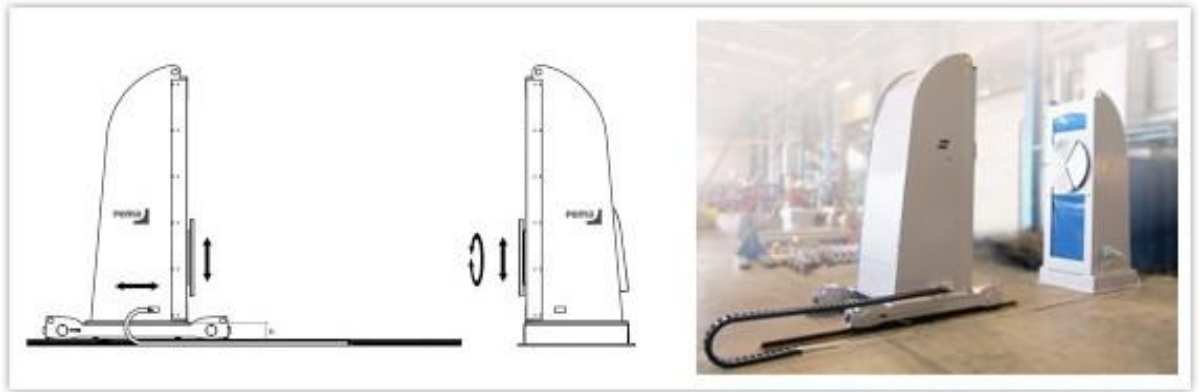


KUVIO 11. Kääntökehä auki. (Jucat Oy 2010.)

### 5.3 Pema-vastapöytä

Pemamek Oy tarjoaa ratkaisuksi vastapöytäparia palkin kääntämiseksi. Ilmapalkki kiinnitettäisiin palkin päistä, jolloin siihen tulisi kehittää kestävä kiinnitys. Palkin asentoa voi säädellä portaattomasti ja hallitusti pyörintäliikkeessä. Ongelmaksi muodostuu ilmapalkkien vaihteleva pituus, joka on kolmesta metristä kolmeentoista metriin, koska vastapöydässä ei ole näin laajaa toiminta-alaa.

Pema 3500 HSLA/TSLA soveltuu erityisesti pitkien kappaleiden käsittelyyn, esimerkiksi putkiin ja palkkeihin. Vastapöytäparissa toiminta-alue on 1873 mm:stä 8000 mm:iin. Pyöritettävän kappaleen maksimi kuorma 3500-mallissa on 3500 kilogrammaa, joka ei ylity ilmapalkin tapauksessa. Kääntömekanismissa on myös hydraulinen korkeuden säätö. (Pema tuote-esite 2010.)



KUVIO 12. Pema vastapöytä. (Pema 2010.)

## 6 KÄÄNTÖMEKANISMIIEN VERTAILU

Vaihtoehtoja ilmapalkin kääntämiselle tässä työssä on kolme erilaista tapaa, joten niitä tulee verrata toisiinsa ja valita paras vaihtoehto. Vaihtoehtoja on hyvä olla useampi uuden koneen hankinnassa, koska silloin ei keskitytä ainoastaan yhden koneen ominaisuuksiin ja siten muut vaihtoehdot jäävät helposti syrjään.

### 6.1 Vertailutaulukko

Vaihtoehtojen vertailun helpottamiseksi kehiteltiin vertailutaulukko Metson kehityspäällikön kanssa, jonka avulla voidaan vertailla vaadittavia ominaisuuksia kääntömekanismilta. Painokertoimien avulla (1–10) voidaan määrittää ominaisuuksien tärkeydet ja pisteytyksien avulla (1–5) niille annetut arvosanat.

Ominaisuuksiksi taulukkoon valittiin tärkeimmät ominaisuudet, mitä kääntömekanismilta vaaditaan. Pisteet annettiin jokaiselle kääntömekanismille kokemuksen ja tutkittujen tietojen perustella tapauskohtaisesti. Pisteytyksissä pohdittiin kuinka hyvin niiden ominaisuudet täyttyvät. Työturvallisuus on tärkein ominaisuus mitä kääntömekanismilta vaaditaan. Vertailussa on mukana vanha menetelmä eli kääntäminen siltanostureiden avulla.

TAULUKKO 1. Vertailutaulukko.

Ominaisuudet Vaihtoehdot								
	Ajallinen säästö	Hankintahinta	Toiminta-varmuus	Tilantarve	Koulutustarve	Huolto	Työturvallisuus	Yhteensä
Hydraulisesti	4	5	5	3	5	2	2	175
Kääntökehä	4	4	4	5	5	4	4	196
Pemavastapöytä	3	2	4	2	2	3	4	144
Siltanosturi	1	3	4	5	4	3	2	139
Painotus (1-10)	6	8	9	3	5	6	10	

## 6.2 Tulokset

Vertailutaulukon avulla kääntökehä olisi paras vaihtoehto toteuttaa. Toiseksi tulleen hydrauliseen vaihtoehtoon tulisi kehittää tilantarvetta sekä kehittää monimutkaisempaa koneturvallisuutta yksinkertaisemmaksi. Vastapöydän isoimmaksi ongelmaksi muodostui sen alkuinvestointi ja tilantarve verrattaessa muihin vaihtoehtoihin.

Kääntökehän ominaisuudet ovat parhaimmat verrattuna muihin vaihtoehtoihin, koska sen tilantarve on pieni ja huoltaminen on vähäistä sen yksinkertaisen rakenteensa ansiosta. Työturvallisuus on kyseisellä laitteella hyvä, koska siihen ei tarvita suuria suojaustoimenpiteitä työtapaturmien välttämiseksi.

Metson kehityspäällikkö Harri Yli-Rantala on tehnyt yhteistyötä Jucat Oy:n kanssa kääntökehän parissa, minkä tuloksena kääntökehän prototyyppi oli valmiina loppu talvesta 2010 ja se on todettu toimivaksi vaihtoehdoksi. (Yli-Rantala 2010.)

## 7 YHTEENVETO

Lapuan Metso Power Oy:n tehtaalla valmistetaan useita HYBEX-voimakattiloita vuodessa, joten tuotantovaiheiden suunnittelu turvallisemmiksi ja vähemmän aikaa vieviksi on tärkeää. Ilmapalkin tuotantovaiheita on useita ennen valmista tuotetta ja niiden parissa on tehty kehitystyötä erilaisin menetelmin. Ilmapalkin kääntömekanismin kehittäminen ja tutkiminen erilaisten vaihtoehtojen kautta jauhekaarihit-sauksen yhteyteen oli mielenkiintoinen aihe opinnäytetyölle, koska se avasi erilaisia näkökulmia kehittää tuotantoa parempaan suuntaan.

Työssä tutustuttiin työ- ja koneturvallisuuteen erityisesti valmistettaessa uutta konetta tuotantoon ja mitä uudelta koneelta vaaditaan. Turvallisuus asiat ovat tärkeässä roolissa erityisesti Metso Power Oy:ssä, koska sitä valvotaan tarkasti ja valvotusti, sillä työtapaturmia pyritään saamaan mahdollisimman vähälukuisiksi. Koneturvallisuuden pääkohdat ovat voimassa jokaiselle uudelle koneelle.

Vaihtoehtoja kääntö mekanismille valittiin kolme: hydraulinen, kääntökehä ja vastapöytäpari. Hydraulisen mekanismin vahvuutena on sen yksinkertainen rakenne ja toiminta, mutta työ- ja koneturvallisuutta ja tilantarvetta tulisi kehittää. Kääntökehän parhaimmat ominaisuudet ovat myös sen yksinkertainen toiminta ja etenkin toimintavarmuus tuotannossa. Pema tarjoaisi ilmapalkin kääntämiseen vastapöytäparia, mutta sen toimintalaajuus ei kata ilmapalkkien vaihtelevia pituuksia. Jokaisella menetelmällä oli vahvuutensa ja heikkoutensa, joten tärkeimpiä ominaisuuksia tutkittiin vertailutaulukon avulla.

Lopputuloksena päädyttiin laitetoimittajan vaihtoehtoon eli kääntökehään, koska sen ominaisuudet yksinkertaisuudessaan olivat parhaimmat ilmapalkin kääntämiseksi. Alkuinvestointi kyseisellä laitteella ei ole iso ja se on yksinkertainen, joten sen toteuttaminen on erittäin todennäköinen vaihtoehto ilmapalkin kääntämiseen. Muut vaihtoehdot ovat myös toimivia ratkaisuja, mutta niitä tulisi kehittää niin että niistä saataisiin toimiva ratkaisu.

## LÄHTEET

Airila, M.,ym , 2003. Koneenosien suunnittelu. Porvoo: WSOY

Jucat Oy. 2010. Kääntökehä. Lapua: Jucat Oy.

Metso Power. 2009. Metso Power Oy:n yhtiöesittely. [verkkojulkaisu].  
Metso Power. [13.1.2010]. Saatavissa: <http://www.metso.com>

Pema tuote-esite. 2010. Loimaa: Pemamek Oy.

SFS.1997.SFS-käsikirja 93-1: Koneiden turvallisuus. osa 1.1997. 4  
painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Siirilä, T. 2002. Koneturvallisuus. Keuruu: Otava.

Yli-Rantala, H. 2010. 24.3.2010. Kääntökehä. [Sähköpostiviesti].  
Lapua. Metso Power Oy. [Viitattu 25.3.2010]

